

frotados, levemente calentados, ya por último en cualquier otra circunstancia diferente de la combustion.

Este premio fue adjudicado á Dessaignes, rector del colegio de Vandoma; y su trabajo, coronado en la sesion pública del año último, ha provocado esperimentos del mismo género que han estendido sus resultados.

Este fisico define la fosforescencia «una aparicion de luz durable ó pasajera que no va acompañada de calor sensible, ni seguida de alteracion alguna en los cuerpos inorgánicos;» y clasifica todos los fenómenos de la fosforescencia en cuatro géneros, determinados por sus causas ocasionales: 1.º fosforescencia por elevacion de temperatura; 2.º fosforescencia por insolacion; 3.º fosforescencia por colision; 4.º fosforescencia espontánea.

Todos los cuerpos fosforescentes por elevacion de temperatura, tirados en polvo sobre un receptáculo caliente, se iluminan, cualquiera que sea la facultad conductriz de aquel sustentáculo para el calórico, y la intensidad de la luz que se desprende está en razon directa del grado de temperatura; pero la duracion de la fosforescencia está siempre en razon inversa de esta temperatura. Las últimas porciones de luz parecen retenidas por los cuerpos con mas fuerza que las

primeras, habiendo grandisima diferencia bajo este aspecto entre las diversas sustancias: los cuerpos vitrosos pierden muy difícilmente su propiedad fosfórica, al paso que los metales, sus óxidos fosforescentes, y las sales metálicas la pierden con mucha facilidad. Ningun grado de calor puede quitar la fosforescencia á la cal, á la barita, á la estronciana, cáusticas y débilmente apagadas, á la magnesia, alúmina y sílice. En ciertas circunstancias, en un aire húmedo por ejemplo, algunos de esos cuerpos pueden recobrar su fosforescencia despues de haberla perdido; pero otros no la recobran jamás.

Esta fosforescencia se presenta bajo formas diferentes, descomponiéndose por el prisma, como la luz solar: escápase de ciertos cuerpos por emanacion lenta, y de otros por centelleo ó escintilacion; su color es azul; pero ordinariamente está tiznada por los que contienen hierro, pudiéndose la purificar en este último caso quitando á los cuerpos el metal que cambia su color.

En general, Dessaignes ha visto que los cuerpos mas fosforescentes son los que contienen principios que han debido pasar del estado gaseoso ó líquido al estado sólido.

Era interesante comprobar si la fosforescencia por elevacion de temperatura era debida á la combustion: al efecto hizo Dessaignes sus espe-

rimentos en el aire atmosférico, en el oxígeno, y en el vacío barométrico; no reparando diferencia alguna en la intensidad de la luz por lo tocante á los cuerpos inorgánicos; pero la luz de los cuerpos organizados aumentó en el oxígeno: esto indujo al autor á pensar que al menos una parte de la fosforescencia de estos últimos cuerpos es debida á una verdadera combustion.

¶ Pero la elevacion de temperatura no constituye todos los cuerpos luminosos; y los que se vuelven fosforescentes por tal causa pierden esta facultad en ciertas circunstancias. ¿Cual es pues la causa de la infosforescencia? Tal es el problema que se propuso Dessaignes, y para cuya solucion ha repetido sus esperimentos, haciendo entrar en ellos circunstancias que variaba segun el objeto que se proponia. Sus investigaciones le llevaron á los siguientes resultados: 1.º los productos obtenidos por la via del fuego no son luminosos, á menos que del estado terreo hayan pasado al estado vitroso; 2.º los cuerpos que contienen mucha agua de cristalización no dan luz alguna; 3.º los cuerpos capaces de ser reblandecidos por el calor tampoco dan luz, y en este caso se hallan las sales con esceso de ácido: exceptúanse sin embargo las sales borácicas que no entran en infusion al grado de calor de los esperimentos; 4.º los cuerpos, y particularmente

las sales que se volatilizan ó se descomponen á aquel grado de calor, son infosforescentes; 5.º por último, los cuerpos que están mezclados con gran cantidad de óxido metálico son tambien completamente tenebrosos.

¶ Sin embargo, la mayor parte de estos cuerpos pueden volver á ser luminosos si se les humedece, cuando logran la facultad de combinarse con el agua y de solidificarla hasta cierto punto. Finalmente, puede reaparecer esta facultad en los cuerpos que la han perdido, si se les hace mudar de estado.

¶ Dessaignes infiere de sus esperimentos, de los cuales no hemos podido indicar mas que los resultados, que la fosforescencia producida por la elevacion de temperatura depende de un flúido particular que es arrojado por el calórico de los cuerpos entre cuyas moléculas se encuentra, y este flúido, segun él, es de naturaleza eléctrica: adhiérese á esta idea por cuanto todas las circunstancias que favorecen ó que destruyen la acumulacion del flúido eléctrico, favorecen ó destruyen de un modo idéntico relativamente á los mismos cuerpos la acumulacion del flúido fosfórico, y por cuanto la electricidad puede ser directamente acumulada en dichos cuerpos y volverlos luminosos.

¶ Sabíamos ya desde mucho tiempo que la es-

posicion de ciertos cuerpos á la luz los volvia fosforescentes. Dufay y Beccaria habian hecho algunas investigaciones acerca de los fenómenos de este género; y de las del último profesor nació la opinion de que la fosforescencia de los cuerpos espuestos á la luz procedía de un desprendimiento de esta misma luz que se habia introducido en ellos como por una especie de imbibicion. Dessaignes ha declarado por absolutamente inexacto el esperimento en que se fundaba dicha opinion: los fósforos que espuso á los diferentes rayos del prisma dieron siempre la misma luz. Mas hay todavía, y es que la fosforescencia producida por insolacion, muy lejos de ser una emanacion radiante, en realidad no es mas que una oscilacion; pues por frecuentes que sean las insolaciones, no aumenta la fosforescencia, y basta cubrir de humo un cuerpo fosforescente para volverlo oscuro. La accion de la luz, lo mismo que la del calórico, no pone fosforescentes todos los cuerpos; y los que tales se convierten, no todos lo son en igual grado. El fósforo de Canton se vuelve fosforescente por la sola luz de la luna, al paso que el cuarzo bialino no da resplandor sino por la luz directa del sol. Los cuerpos líquidos son por lo general insensibles á este modo de escitacion: otro tanto se nota en el carbon, en el carburo de hierro y demas meta-

les, en la mayor parte de sulfuros, de óxidos metálicos obtenidos por la via seca, y por lo general en todos los cuerpos que son conductores de la electricidad, como los precedentes; pero los cuerpos idio-eléctricos pueden volverse fosforescentes mediante una viva luz. Es de notar que con respecto á la fosforescencia todos los cuerpos se han comportado exactamente con la electricidad del mismo modo que con la luz.

La luz ó claridad producida por insolacion tiene el mismo color que la producida por el calor; y puede tambien ser modificada por los óxidos metálicos.

Los cuerpos mas luminosos por insolacion no lo son ya por esta causa cuando están calientes: vuelven á ser fosforescentes á medida que se enfrían; y algunos cuerpos que han perdido la facultad de brillar por la elevacion de temperatura pueden dar todavía luz por medio de la insolacion, lo cual atribuye Dessaignes á la cantidad de agua que retienen aquellos cuerpos, pues el agua desempeña incontestablemente gran papel en todos los fenómenos de este género, segun nota muy bien Dessaignes en varios parajes.

Atribuiase casi generalmente á una combustion toda la luz que difunden algunos de esos cuerpos conocidos bajo el nombre de *fósforos*. Queriendo Dessaignes profundizar esta opinion,

sometió aquellos cuerpos á experimentos particulares, los cuales, segun él, prueban evidentemente que deben su luz á la misma causa que produce la de los demas, es decir, á una especie de fluido eléctrico; pues Dessaignes mira la luz producida por irradiacion y por electrizacion como la misma que da la elevacion de temperatura; solo que en los dos primeros casos la luz no experimenta mas que vibraciones, al paso que en el último es verdaderamente despedida.

La fosforescencia por colision ha formado para Dessaignes objeto de muchas memorias. Del conjunto de sus experimentos resulta la ley general y notable de que todos los cuerpos, en cualquier estado en que se encuentren, sólidos, líquidos ó gaseosos, desprenden luz por la compresion. Pero esta luz es menos abundante cuando los cuerpos se han vuelto fosforescentes por el calor; y por repetidas y fuertes que sean las compresiones á que se someta un cuerpo, nunca se le puede quitar enteramente por este medio su facultad fosfórica. Segun Dessaignes, esta luz parece depender de una causa diferente de la que es producida por el calor. Parece que depende, dice, de un fluido elástico en grado sumo y estrechamente unido con todos los elementos de la materia gravitante. Este fluido, primer origen de toda fuerza expansiva, se concentrá tanto mas

en las moléculas, cuanto mas se acercan sus elementos constitutivos, de modo que dista mas de su límite de compresion en los gases que en los cuerpos vitrosos: así es que se necesita un esfuerzo menor en estos últimos para hacerlos oscilar, etc., etc.»

Dessaignes distingue dos especies de fosforescencia espontánea: la una pasajera, y la otra permanente. Entre las fosforescencias de la primera especie puede citarse la que se verifica en la union de cierta cantidad de agua con la cal cáustica; y entre las de segunda especie la de la madera podrida y de otras sustancias orgánicas en putrefaccion. Estas últimas son las que mas particularmente ocupan á Dessaignes en este cuarto género de fenómenos. Sus observaciones han sido hechas en sustancias animales, en carne de pescado de agua dulce y de mar, en sustancias vegetales, y maderas de diferente especie. Estas sustancias han ofrecido separadamente caracteres particulares; pero resulta del conjunto de sus fenómenos que la fosforescencia de unos y otros es una especie de combustion en la cual se produce agua y ácido carbónico; las partes constitutivas de los músculos y de la madera no intervienen en la luz que producen tales cuerpos; ninguna alteracion esencial experimentan en esos cambios la parte leñosa y la fibra muscular; y la

fosforescencia de estos cuerpos es debida, en la madera, á un principio glutinoso que servia para reunir las fibras leñosas, y en la carne, á un principio gelatinoso que unia las fibras carnosas.

Apoyándose en los numerosos hechos de fosforescencia espontánea que tiene recogidos, trata Dessaignes de esplicar la fosforescencia del mar, la cual á su entender depende de dos causas diferentes: 1.º de la presencia de animalillos fosfóricos por la emanacion de una materia luminosa producida por los mismos animalillos; 2.º de la simple presencia de esa materia disuelta ó mezclada en el agua, y resultante no solo de aquellos seres, sino tambien de los moluscos, de los peces, etc., etc.

Despues de la publicacion de su primer trabajo, ha continuado Dessaignes otras investigaciones del mismo género: por medio de numerosos experimentos ha tratado de determinar el influjo de las puntas sobre la fosforescencia, ya por elevacion de temperatura, ya por insolación; y no solo ha reconocido que las puntas tienen sobre el fluido fosfórico igual influjo que sobre el eléctrico, sino tambien que cuerpos naturales, no diferentes entre sí mas que por sus caracteres resultantes de la agregacion, pueden diferir al infinito bajo el aspecto de sus facultades fosforescentes, etc.

Las repentinas producciones de calor que se manifiestan en una infinidad de fenómenos químicos, aunque mejor conocidas que lo eran las de luz, requieren todavia ser determinadas con alguna precision.

Sage ha dado el resultado de sus investigaciones sobre los grados de calor que producen los ácidos minerales concentrados combinándose con diversos óxidos metálicos, tierras, agua, etc.: el ácido sulfúrico á 67º del areómetro de Beaumé, mezclado con un tercio de agua, daba una temperatura de 80º; el ácido nítrico, que marcaba 45º en el areómetro, mezclado con un tercio de agua, dió 45º; y el ácido muriático á 20º, con igual cantidad de agua que en los experimentos anteriores, dió 22º: el mayor grado de calor obtenido con el ácido sulfúrico es el que resultó de la mezcla de este ácido con los huesos incinerados; este calor subió á 160º sobre cero. En general sirven estos experimentos para hacer presumir que el calor producido en las combinaciones de los cuerpos es tanto mas intenso, cuanto mayor la contraccion que experimentan. Es lástima que Sage no haya tratado de determinar la gravedad específica de los cuerpos que combinaba antes y despues del experimento.

La medida absoluta del calor en los grados muy altos, para los cuales no se pueden emplear

sustancias líquidas, ha sido siempre objeto de las investigaciones de los sabios.

Morveau, que tantos años hace se está dedicando á este estudio, y cuyas primeras tareas dimos á conocer en el primer volúmen de esta historia, ha comunicado al Instituto una serie de tablas ó cuadros que pueden considerarse como el resumen de sus multiplicados experimentos. La primera de estas tablas ofrece los grados de calor, de fusion y de vaporizacion de los diferentes cuerpos corregidos y puestos en armonía con las escalas pirométricas y termométricas mas generalmente admitidas. El segundo cuadro da las dilataciones de los metales, determinadas en concordancia de las mismas escalas, y expresadas en millonésimas para 100° centígrados. En el tercer cuadro indica las relaciones de la dilatabilidad y fusibilidad de los metales; y por último, en la cuarta tabla da los grados de calor indicados por su pirómetro de platina, su correspondencia con el termómetro centígrado, y el pirómetro de Wedgwood, y las observaciones de fusion hasta las mas altas temperaturas. Esas tablas van acompañadas de una memoria esplicativa que contiene los pormenores de los procedimientos empleados por el autor para rectificar sus valuaciones, las cuales difieren esencialmente de las que dió Wedgwood; procediendo

esta diferencia en particular de un error que habia cometido este célebre fisico al medir la fusibilidad de la plata, que formaba una de las bases de sus cálculos.

Para facilitar los experimentos que hacian necesarios las nuevas ideas de la química, ha mandado el Gobierno que se construyesen en la Escuela politécnica pilas galbánicas de diversos tamaños, y entre otras una que superase de mucho á todas las que hasta ahora se han empleado, á fin de poder calcular el influjo que ejerce sobre sus efectos el volúmen de estos aparatos.

Gay-Lussac y Thénard nos han dado una descripcion de esta grande pila, compuesta de seiscientos pares de discos cuadrados, de tres decímetros de lado cada uno, y de los experimentos que se han hecho con ella y con otra cuyas placas eran de cuarenta y ocho centímetros cuadrados de superficie.

Versaron sus primeras inquisiciones sobre las causas que hacen variar la energía de la pila. Atribuíase esta pujanza á la conductibilidad de las materias constitutivas de la pila, ó á la accion química de estas materias, ó á las dos causas reunidas: para aclarar esta cuestion han buscado los autores una especie de galbanómetro, y para ello se han atenido á la descomposicion del agua en un tubo, durante un tiempo dado. Han

visto que, en igualdad de circunstancias, la pila descomponia tanta mas agua en un mismo espacio de tiempo, cuanto mas conductrices eran la sustancias que entran en el círculo de la pila. Un aparato de estos, de ochenta pares, montado con un ácido, descompone la potasa; lo cual no puede hacer la pila de seiscientos pares, montada con agua. Por otra parte, el tubo del galbanómetro, lleno de agua solamente, da de cuatro á cinco veces menos gas que cuando está lleno de ácidos debilitados. En general los ácidos son tanto mas fuertes conductores, cuanto menos estendidos se hallan; pero una mezcla de ácido y de sal produce todavía mas efecto que el ácido solo.

Los ácidos son mejores conductores que los álcalis, y estos son mejores conductores que las sales que provienen de aquellos mismos ácidos y de estos mismos álcalis empleados comparativamente.

El agua del galbanómetro cargada de sal es tanto menos buena conductriz cuanto mas dista de la saturacion.

Convenia saber cual era el influjo de la longitud de los hilos sumergidos en el galbanómetro (1): ocho centímetros han descompuesto me-

(1) Si bien los autores no se valen de esta voz, yo me sirvo de ella por comodidad.

nos agua que cuatro, pero dos centímetros han descompuesto menos que ocho.

Los efectos de la pila no aumentan en igual razon que el número de las placas: el efecto no es duplo sino cuando el número es ocho veces mayor. En general los efectos de la pila, medidos por la cantidad de gas que produce, distan poco de ser proporcionales á la raíz cúbica del número de las placas.

Los efectos de dos pilas diferentes por la estension de las superficies de sus placas, son proporcionales á estas superficies.

La tension eléctrica de la pila dura mas que su accion química. Procede esta diferencia del influjo inevitable de la duracion del contacto del condensador, con el cual se recoge la electricidad para medirla en la balanza de Coulomb.

Despues de haber estudiado las pilas en sí para apreciar sus efectos, Gay-Lussac y Thénard trabajaron sobre la accion de la gran pila en diversos cuerpos. La conmocion que se recibe de esta grande batería es escesivamente fuerte y peligrosa; pero en una cadena compuesta de cuatro ó cinco personas solo es sensible en los extremos de la cadena; lo cual prueba, contra la opinion recibida, que en este experimento verificado con botellas de Leyden, ó de cualquier otro modo, la cadena no hace el efecto de conductor, y que

cada persona no es cargada mas que por influencia, es decir, que el fluido eléctrico que le es natural no hace mas que descomponerse; y que la conmocion no procede mas que del restablecimiento de los dos fluidos que lo componen.

Entre los descubrimientos á que ha dado lugar este admirable instrumento de la pila, pocos hay tan interesantes para la química general como la trasformacion de los álcalis en sustancias combustibles y de un brillo metálico.

Ya hemos visto anteriormente que estas sustancias eran consideradas por Davy, que las descubrió, como cuerpos simples metálicos; y que Gay-Lussac y Thénard, fundándose en experimentos particulares, de los cuales hemos hecho ya mencion, no las consideraban mas que como combinaciones de los álcalis con el hidrógeno, ó lo que se llaman hidruros. Desde entonces Gay-Lussac y Thénard se han esmerado en determinar la cantidad de oxígeno que absorben esas sustancias en circunstancias diversas; y han observado: 1.º. que quemando el potasio en gas oxígeno, por medio del calor, este metal absorbe el gas en cantidad triple de la que necesita para pasar al estado de potasa; 2.º. que el sodio, tratado por el mismo estilo, absorbe solo el oxígeno en cantidad de  $1 \frac{1}{2}$  del que necesita para pasar al estado de sosa; 3.º. que en estos experimentos se

puede sustituir el aire atmosférico al oxígeno sin variar el resultado; 4.º. que los resultados pueden variar variando la temperatura, á lo menos en cuanto al sodio, el cual en frio absorbe muy poco oxígeno; al paso que el potasio se oxida casi en el mismo grado, cualquiera que sea la temperatura; 5.º. y último, que nada se desprende en estas combinaciones.

El potasio y el sodio, cargados de oxígeno, tienen propiedades particulares, y entre otras la de absorber el agua con avidéz; pero por esta absorcion se descomponen, y resulta potasa ó sosa y mucho oxígeno. Por lo demás, estos cuerpos oxigenados son reducidos al estado alcalino por todos los cuerpos combustibles y por los ácidos, verificándose muchos de estos fenómenos con desprendimiento de luz; de modo, que todo concurre á probar que la combinacion del potasio y del sodio con la cantidad de oxígeno superior á la que necesitan estos cuerpos para pasar al estado de álcalis, no es muy íntima, y que tal cantidad se halla casi en estado gaseoso.

Suponiendo que el potasio y el sodio fuesen hidruros, resultaria de estos experimentos que las sales formadas con dichos cuerpos, despues que han sido combinadas con el oxígeno, contendrian toda el agua que debiera haberse formado por la combinacion de este oxígeno con

el hidrógeno que habia hecho pasar los álcalis al estado de potasio ó de sodio: mas este resultado no es conforme á otros esperimentos, en los cuales Gay-Lussac y Thénard han tratado de determinar la cantidad de agua contenida en los álcalis y la que se desprende en su combinacion con los ácidos. Han encontrado que la potasa, sobre 100 partes, contiene 24 de agua; y la sosa, 20 sobre la misma cantidad; y han visto que el ácido carbónico seco desprende mucha cantidad de agua combinándose con los álcalis. «Hasta se puede, dicen, por este medio ó por el gas ácido sulfuroso, hacer el agua sensible en 2 miligramos de sosa ó de potasa.» Esto ha inducido á Gay-Lussac y Thénard á inclinarse en favor de la hipótesis que considera el potasio y el sodio como cuerpos simples.

Desde que sabemos hasta qué punto pueden variar en los compuestos las proporciones de los principios constitutivos, es fuerza examinar las sales bajo este nuevo punto de vista.

Bérard, químico de Mompeller, ha dado parte al Instituto de sus investigaciones sobre la combinacion del ácido oxálico con diversas bases, materia que ya en parte habia sido tratada por Wollaston y Thomson.

Bérard empezó por determinar exactamente las proporciones del oxalato de cal, que encon-

tró ser 62 de ácido y 38 de cal. Cercioróse luego de que 100 partes de este ácido cristalizado contenian 27,3 de agua.

Con estos primeros elementos, combinó este ácido con la potasa, formando tres sales diferentes: un oxalato, compuesto de 100 partes de potasa y de 97,6 de ácido; un sobre-oxalato, que contenia 100 de potasa, y 192 de ácido; y un cuadroalato, compuesto de 381 de ácido sobre 100 de álcali, cuyas partes son entre sí como 1, 2, y 4. Con este curioso resultado dió tambien Wollaston.

La sosa, el amoníaco y la barita han dado oxalatos y sobre-oxalatos; pero la estronciana y la magnesia no han podido formar mas que oxalatos, siendo de observar que el sobre-oxalato de barita tiene muy poca permanencia, pues basta hacerlo hervir en agua para que pase al estado de oxalato. Los oxalatos solubles son los únicos que pueden combinarse con un exceso de ácido y constituirse sobre-oxalatos, debiendo á la estremada solubilidad del sobre-oxalato de potasa el poder formar un cuadroalato con esta sal.

Berthollet nos ha comunicado un procedimiento para formar el muriato de mercurio llamado mercurio dulce. Dicho profesor nos ha manifestado que haciendo pasar el gas muriático

oxigenado sobre el mercurio, se combina prontamente con el metal, y forma con él un muriato mercurial; y como esta sal metálica guarda perfecta analogía con las sales mercuriales producidas por los otros ácidos y el mercurio en el *minimum* de oxidacion, infiere que el mercurio, formando esta combinacion, fue reducido á óxido por el oxígeno del ácido, y no por el del agua que se pudiera suponer. Ha deducido esta consecuencia de la accion de la cal sobre el gas muriático oxigenado: esa tierra da con el gas muriático un compuesto, del cual desprende el calor gran cantidad de oxígeno, dejando muriato de cal. Realmente en este caso no se puede atribuir el oxígeno que se desprende mas que á la descomposicion del ácido, y no á la del agua.

Hasta ahora no se habian introducido en el analisis de las sustancias organizadas la precision y exactitud que reina por fin en el analisis de los cuerpos inorgánicos. La accion del fuego á cierto grado sobre estas sustancias produce combinaciones cuyos elementos no es fácil determinar por los medios ordinarios, ni por los procedimientos mas generalmente usados: una parte de los productos gaseosos no era recogida y se perdia.

Berthollet ha tratado de introducir en la determinacion de los principios que componen las sus-

tancias vegetales toda la exactitud que consienten los procedimientos de la química. Al efecto ha sometido cada sustancia, tan privada de agua como ha sido posible, á la accion del calor, haciendo pasar los productos que se desprenden al través de un tubo de porcelana mantenido al calor rojo, de modo que todos los productos fuesen reducidos á gas; despues, medidos y pesados estos gases y las materias carbonosas que quedaron abandonadas de las sustancias volátiles, hizo el analisis de unas y otras. Bajo estos procedimientos se pueden deducir las cantidades de carbono, de oxígeno, de hidrógeno y de ázoe que entran en la composicion de los vegetales, igualmente que las de las sustancias sólidas que quedan confundidas con el carbon. No queda mas que una incertidumbre, y es la de la proporcion de oxígeno y de hidrógeno que se encuentran todavía en las plantas despues de su desecacion, y combinados en el estado de agua. En su primera *Memoria*, Berthollet no ha dado mas que el analisis del azúcar y del ácido oxálico, proponiéndose continuar sus esperimentos.

Gay-Lussac y Thénard han trabajado tambien sobre el analisis de las sustancias orgánicas; pero admitiendo el principio de Berthollet, que consiste, segun acabamos de ver, en reducir á gas todas las sustancias susceptibles de pasar á tal